

Przenośniki wstrząsowe

www.kmg.agh.edu.pl



Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych AGH

Przenośnik wibracyjny

Dr inż. Piotr Kulinowski

pk@imir.agh.edu.pl

tel. (12617) 30 74

B-2 parter p.6

konsultacje: poniedziałek 11.00 - 12.00

© dr inż. Piotr Kulinowski, pk@imir.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych AGH

tel/fax: +48126589152

Budowa 1

www.kmg.agh.edu.pl

Elementami składowymi przenośnika wibracyjnego są:

- wibrator,
- rynna,
- elementy sprężyste podparcia, bądź podwieszenia rynny.



© dr inż. Piotr Kulinowski, pk@imir.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych AGH

tel/fax: +48126589152

Budowa 2

www.kmg.agh.edu.pl

Elementami składowymi przenośnika wibracyjnego są:

- vibrator,
- rynna,
- elementy sprężyste podparcia, bądź podwieszenia rynny.



© dr inż. Piotr Kulmowski, pk@imr.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax: +48 12 608 91 52

Zasada działania

www.kmg.agh.edu.pl

Materiał znajdujący się na rynnie przenośnika wibracyjnego, poddanej prostoliniowym drganiom harmonicznym na kierunku nachylonym względem jej osi pod kątem prostym, wskutek tych drgań jest okresowo podzucany pod działaniem siły bezwładności i przez to przemieszczany wzdłuż rynny.

Rynna, której ślad pionowy R jest nachylony względem poziomu pod kątem α , wykonuje drgania harmoniczne o częstotliwości n i amplitudzie A na kierunku nachylonym do płaszczyzny R pod kątem β . Drgania rynny można rozłożyć na składowe: styczne (wzdłuż osi Ox) oraz normalne (wzdłuż osi Oy).

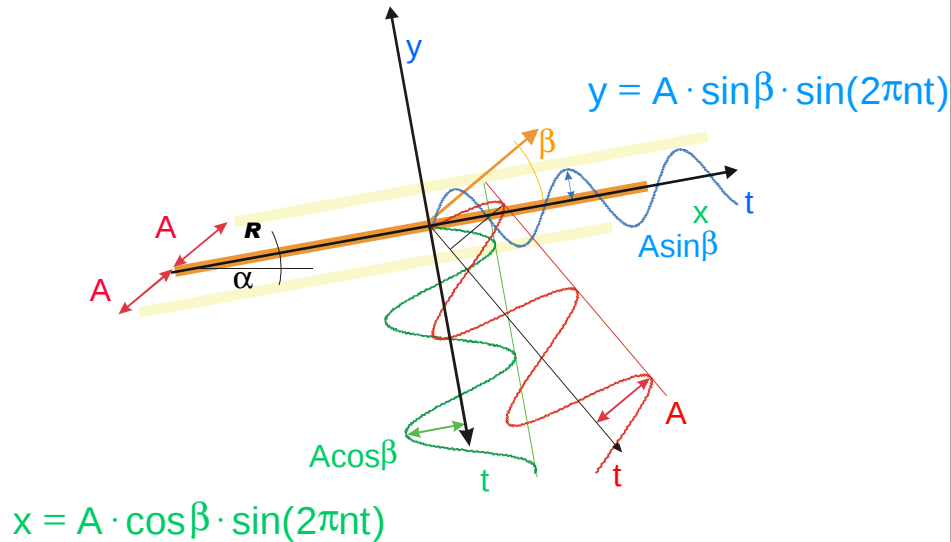
© dr inż. Piotr Kulmowski, pk@imr.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax: +48 12 608 91 52

Rozkład drgań rynny przenośnika wibracyjnego - składowe styczne i normalne do powierzchni

www.kmg.agh.edu.pl



© dr inż. Piotr Kulmowski, pk@imr.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax: +48 12 259 59 152

Równania ruchu rynny

www.kmg.agh.edu.pl

n - częstotliwość drgań rynny równa częstotliwości zmian siły wymuszającej wibratora, [Hz],
 A - amplituda drgań rynny [m],
 α - kąt nachylenia rynny przenośnika względem poziomu,
 β - kąt nachylenia kierunku drgań względem powierzchni rynny,
 B - siła bezwładności
 G - siła ciężkości

$$y = A \cdot \sin \beta \cdot \sin(2\pi n t)$$

normalna składowa przemieszczenia rynny

$$\dot{y} = 2\pi n \cdot A \cdot \sin \beta \cdot \cos(2\pi n t)$$

normalna składowa prędkości rynny

$$\ddot{y} = -4\pi^2 n^2 \cdot A \cdot \sin \beta \cdot \sin(2\pi n t)$$

normalna składowa przyspieszenia rynny

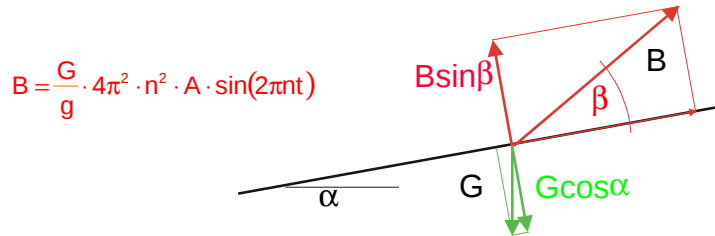
© dr inż. Piotr Kulmowski, pk@imr.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax: +48 12 259 59 152

Układ sił działających na ziarno transportowanego materiału znajdujące się na powierzchni rynny

www.kmg.agh.edu.pl



$$G \cdot \cos \alpha = B \cdot \sin \beta$$

$$g \cdot \cos \alpha = 4\pi^2 \cdot n^2 \cdot A \cdot \sin \beta \cdot \sin(2\pi \cdot n \cdot t_2)$$

$$K = \frac{4\pi^2 \cdot n^2 \cdot A \cdot \sin \beta}{g \cdot \cos \alpha}$$

współczynnik podrzutu

$K > 1$ przenośnik wibracyjny
 $K < 1$ przenośnik wstrząsany

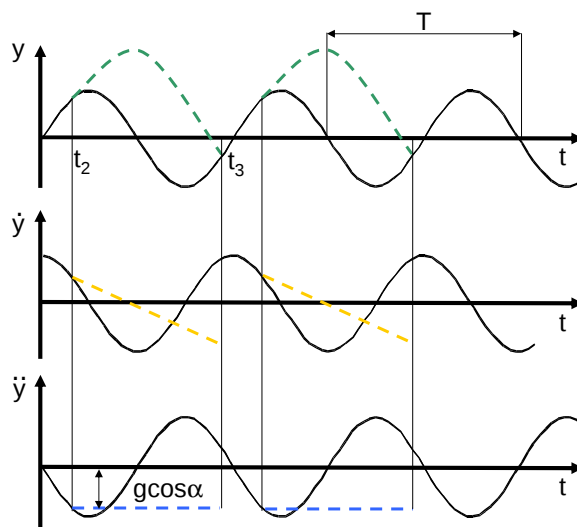
© dr inż. Piotr Kulmowski, pk@imr.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax: +48 12 608 91 52

Fazy ruchu 2

www.kmg.agh.edu.pl



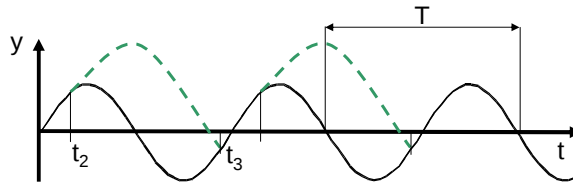
© dr inż. Piotr Kulmowski, pk@imr.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax: +48 12 608 91 52

Fazy ruchu 1

www.kmg.agh.edu.pl



W ruchu ciała po rynnie przenośnika wibracyjnego można wyróżnić następujące fazy:

1. ciało pozostaje nieruchome względem rynny i przemieszcza się wraz z nią,
2. w drugiej fazie siła tarcia między ciałem a rynną staje się mniejsza od siły bezwładności i ulega ono poślizgowi po powierzchni rynny,
3. w fazie trzeciej składowa normalna przyspieszenia rynny staje się większa od składowej normalnej przyspieszenia ziemskiego, nacisk ciała na rynnę maleje do zera i zaczyna ono lecieć swobodnie nad rynną; ta faza ma decydujący wpływ na przemieszczenie (prędkość) ziarna względem rynny,
4. czwarta faza następuje od chwili upadku ciała na rynnę i przez kolejne odbicia i poślizgi wyrównuje swoją prędkość do prędkości ruchu rynny.

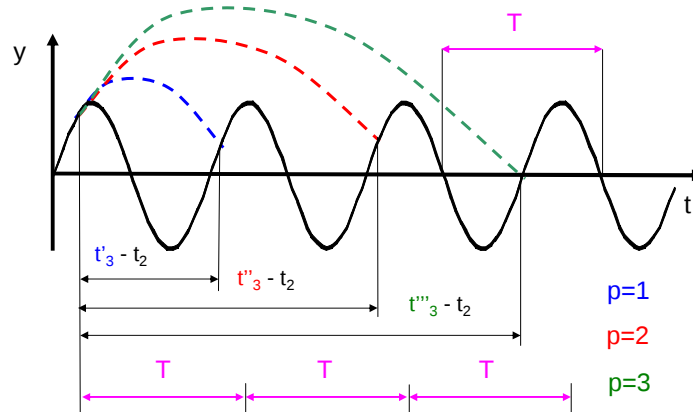
© dr inż. Piotr Kulmowski, pk@imr.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax: +48 12 608 91 52

Współczynnik m

www.kmg.agh.edu.pl



$p=1$

$p=2$

$p=3$

$$t_2 = \frac{1}{2\pi n} \arcsin \frac{1}{K}$$

$$m = \frac{t_3 - t_2}{T} = n(t_3 - t_2)$$

$$t_3 = \frac{m}{n} + \frac{1}{2\pi n} \arcsin \frac{1}{K}$$

© dr inż. Piotr Kulmowski, pk@imr.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax: +48 12 608 91 52

Wyznaczenie wsp. m

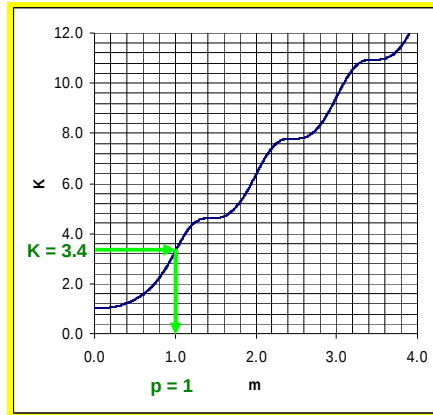
www.kmg.agh.edu.pl

$$K = f(m)$$

$$K = \sqrt{\left(\frac{\cos 2\pi m + 2\pi^2 m^2 - 1}{2\pi m - \sin 2\pi m} \right)^2 + 1}$$

Długość drogi lotu ziarna [m]

$$s_l = \frac{gm^2}{2n^2} (\cos \alpha \operatorname{ctg} \beta - \sin \alpha)$$



Średnia prędkość transportowania [m/s]

$$v_t = \xi \cdot \frac{s_l}{pT} = \xi \cdot \frac{gm^2}{2pn} (\cos \alpha \operatorname{ctg} \beta - \sin \alpha)$$

ξ

współczynnik uwzględniający takie zjawiska jak: poślizgi materiału, nierównomierna prędkość materiału na różnych głębokościach warstwy, opory powietrza itp. /0.6-1.1/

© dr inż. Piotr Kulmowski, pk@imr.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax: +48 12 259 59 152

Napędy przenośników wibracyjnych - wibratory

www.kmg.agh.edu.pl

Wibratory wymuszają drgania rynny i w zależności od budowy i sposobu działania dzielą się na następujące zasadnicze grupy:

- **wibratory mimoosiowe**, które wymuszają drgania o amplitudzie zależnej od rozmiarów mechanizmu mimoosiowego, a siła wymuszająca zależy od wielkości masy pobudzanej do drgań i stałej sprężystości elementów zawieszenia rynny;
- **wibratory bezwładnościowe (masowe)**, w których siłą wymuszającą drgania jest siła odśrodkowa masy wirującej dookoła osi nie przechodzącej przez jej środek ciężkości;
- **wibratory reakcyjne**, w których siłą wymuszającą jest reakcja masy wprawianej w ruch postępowy;
- **wibratory ciśnieniowe**, w których siłą wymuszającą daje ciśnienie medium (najczęściej powietrze), działające na powierzchnię elementu połączonego z masą pobudzana do drgań.

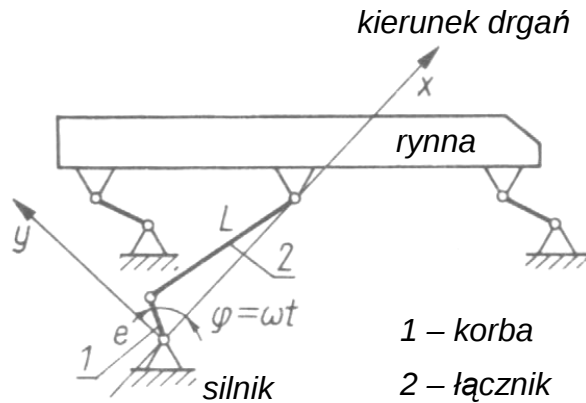
© dr inż. Piotr Kulmowski, pk@imr.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax: +48 12 259 59 152

Schemat napędu kinematycznego

www.kmg.agh.edu.pl



Częstotliwość drgań wibratorów mimoosiowych można zmieniać przez zmianę prędkości obrotowej silnika napędowego.
Wibratory mimoosiowe są stosowane w napędach stosunkowo długich przenośników (nawet do 30 m) pracujących przy niskich częstotliwościach (500÷1500 obr./min.) i przy odpowiednio dużych amplitudach.

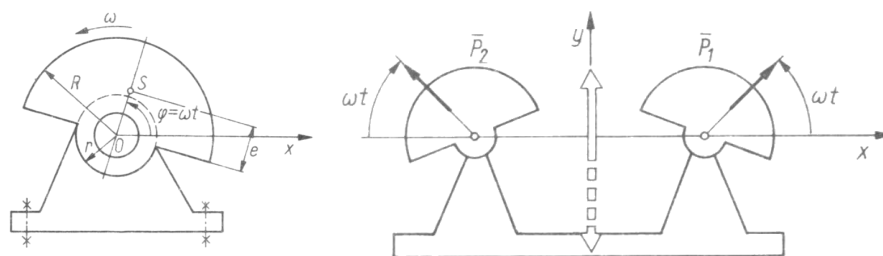
© dr inż. Piotr Kulmowski, pk@imr.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax: +48 12 608 91 52

Wibrator inercyjny 1

www.kmg.agh.edu.pl



O – oś obrotu

S – środek masy niewyważonej

Zaletą wibratorów bezwładnościowych jest możliwość uzyskiwania stosunkowo dużych sił wymuszających i dużych mocy przy małych rozmiarach i masach; natomiast ich wadą – dość długi czas rozruchu i zatrzymania.
Wibratory bezwładnościowe stosuje się do napędu przenośników o średniej częstotliwości 1000÷2000 drgań/min.

© dr inż. Piotr Kulmowski, pk@imr.agh.edu.pl

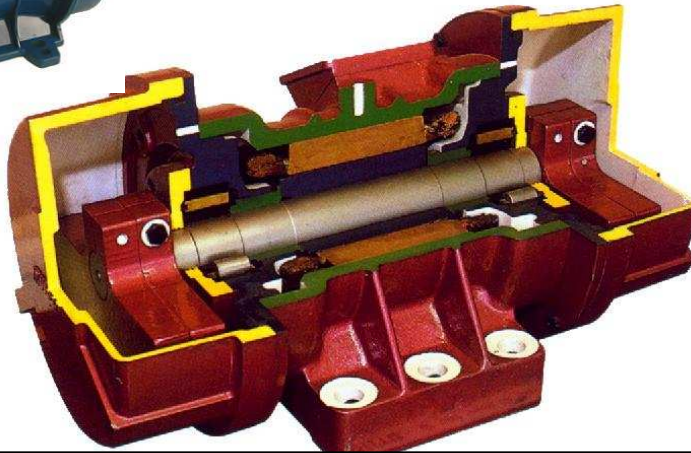
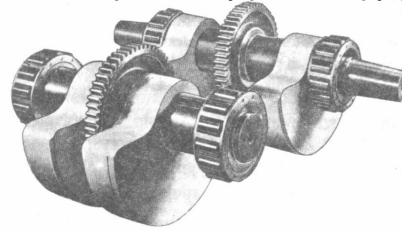
Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax: +48 12 608 91 52

Wibrator inercyjny 2

www.kmg.agh.edu.pl

wibrator z przekładnią synchronizującą



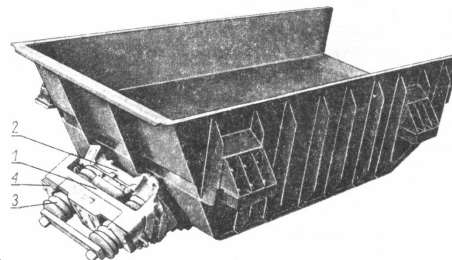
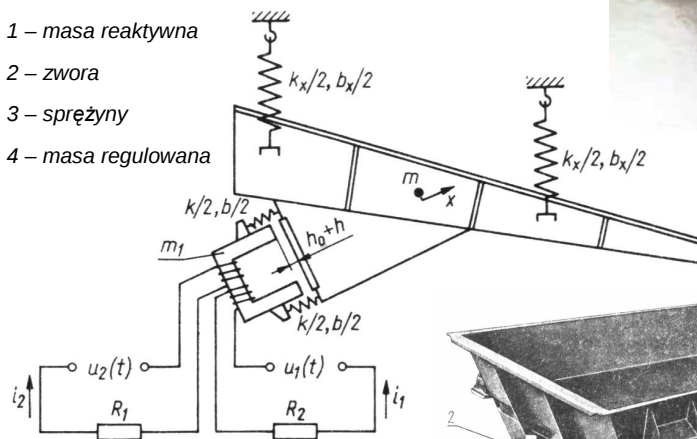
© dr inż. Piotr Kulmowski

00000172

Wibrator elektromagnetyczny

www.kmg.agh.edu.pl

- 1 – masa reaktywna
- 2 – zwora
- 3 – sprężyny
- 4 – masa regulowana



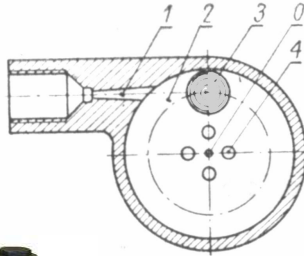
© dr inż. Piotr Kulmowski, pk@imr.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górnictwa, Przemysłu

Wibrator pneumatyczny

www.kmg.agh.edu.pl

- 1 – zwężka
- 2 – przestrzeń cylindryczna
- 3 – kula
- 4 – otwory
- O - oś



© dr inż. Piotr Kulmowski, pk@imr.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax: +48 12 258 50 152

Rynny

www.kmg.agh.edu.pl

Rynny przenośników wibracyjnych powinny mieć konstrukcję lekką i sztywną (by jej robocze drgania wymuszone nie były zniekształcane drganiami giętnymi) oraz zapewniającą osiąganie dużej wydajności i przekazywanie ruchu transportowanemu materiałowi. By rynna przenośnika nie wpadała w rezonans, jej częstotliwość drgań własnych musi być większa od częstotliwości drgań wibratora.

Stosuje się rynny - łączone ze sobą sztywno - o nie płaskim przekroju (szerokości 100÷2300 mm i długości ciągu rynien 3÷50 m) oraz rurowe o średnicy 100÷750 mm.

Rynny są budowane jako proste i śrubowe.

- Rynny proste mogą być przedzielone przegrodami wzdłużnymi pozwalając na transport różnych materiałów.
- Rynny śrubowe pozwalają na transport pionowy po linii śrubowej.

© dr inż. Piotr Kulmowski, pk@imr.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax: +48 12 258 50 152

Zastosowania 1

www.kmg.agh.edu.pl

Zastosowanie przenośników wibracyjnych mimo ich niezbyt wysokich parametrów pracy jest szerokie dzięki wielu zaletom - takim jak:

- niska energochłonność,
- cicha praca,
- łatwość automatyzacji,
- możliwość równoczesnego transportowania różnych materiałów, także w podwyższonych temperaturach

Są one stosowane w

- górnictwie,
- hutnictwie,
- budownictwie,
- w elektrowniach
- oraz w przemysłach: chemicznym, cementowym, ceramicznym, maszynowym, spożywczym i wielu innych.

© dr inż. Piotr Kulmowski, pk@imr.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax: +48 12 259 59 152

Zastosowania 2

www.kmg.agh.edu.pl



© dr inż. Piotr Kulmowski, pk@imr.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax: +48 12 259 59 152

Zastosowania 3

www.kmg.agh.edu.pl



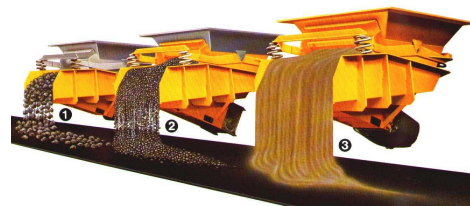
© dr inż. Piotr Kulmowski, pk@imr.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax: +48 12 608 90 152

Zastosowania 4

www.kmg.agh.edu.pl



© dr inż. Piotr Kulmowski, pk@imr.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax: +48 12 608 90 152